

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

SCHWERE IM INNERN DER ERDE.

AUSGEFÜHRT IM JAHRE 1885

IN DEM ABRAHAMSCHACHTE DES SILBERBERGWERKES „HIMMELFAHRTS-
FUNDGRUBE“ BEI FREIBERG IN SACHSEN

DURCH DEN

K. K. MAJOR ROBERT VON STERNECK

LEITER DER STERNWART UND DER ASTRONOMISCHEN GRADMESSUNGS-ARBEITEN
DES K. K. MILITÄR-GEOGRAPHISCHEN INSTITUTES.

MIT EINER TAFEL.

SEPARAT-ABDRUCK AUS DEN
„MITTHEILUNGEN DES K. K. MILITÄR-GEOGRAPH. INSTITUTES“.
VI. BAND.

WIEN 1886.

IM SELBSTVERLAGE DES K. K. MILITÄR-GEOGRAPHISCHEN INSTITUTES.

DRUCK VON JOHANN N. VERNAY IN WIEN.

Untersuchungen über die Schwere im Innern der Erde,

ausgeführt im Jahre 1885 in dem

Abrahamschachte

des Silberbergwerkes „Himmelfahrt-Fundgrube“ bei Freiberg in Sachsen

durch den k. k. Major

Robert von Sterneck,

Leiter der Sternwarte und der astronomischen Gradmessungsarbeiten des k. k. militär-geographischen Institutes.

Im Jahre 1871 wurden unter der Leitung des seither verstorbenen geheimen Hofrathes und Directors der Leipziger Sternwarte, Professors Dr. C. Bruhns, Bestimmungen der Länge des Secundenpendels im Abrahamschachte des Silberbergwerkes „Himmelfahrt-Fundgrube“ bei Freiberg in Sachsen ausgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in dem Werke „Astronomisch-geodätische Arbeiten für die Europäische Gradmessung im Königreiche Sachsen, III. Abtheilung 1885“ publicirt und resultirt aus denselben eine bedeutende Abnahme der Schwere beim Eindringen unter die Erdoberfläche.

Dieses unerwartete Resultat, dessen Richtigkeit sowohl bezüglich der angewendeten Instrumente und Beobachtungsmethoden, als auch der sorgfältigst durchgeführten Reductionen und der sich ergebenden wahrscheinlichen Fehler unantastbar erscheint, steht im Widerspruche mit den Resultaten der bis jetzt, allerdings nur sehr spärlich, ausgeführten ähnlichen Untersuchungen, sowie mit den Ergebnissen theoretischer Betrachtungen, und glaubte ich mich berechtigt, darin eine jener Abnormitäten, die ich bis jetzt, wenn auch nur in weit geringerem Masse in Kronstadt*) und am Sághegy**) vorgefunden habe, erblicken zu können.

Es erschien mir daher von hohem Interesse, dieselben Untersuchungen mit anderen Instrumenten und nach anderen Methoden nicht nur zu wiederholen, sondern auch nach Möglichkeit zu erweitern, um das Wesen dieser Abnormität kennen zu lernen.

Über mein von der Direction des k. k. militär-geographischen Institutes befürwortetes Einschreiten genehmigte das k. k. Reichs-Kriegs-Ministerium nach eingeholter Bewilligung der hohen königlich sächsischen Regierung mittelst des Erlasses vom 13. Juni 1885, Abtheilung 5, Nr. 2442 nicht nur die Vornahme dieser Arbeiten, sondern

*) Diese „Mittheilungen“, Band IV.

**) Diese „Mittheilungen“, Band V.

es wurde mir auch zur Bestreitung der Reise- und sonstigen Auslagen ein Pauschalbetrag von 300 fl. ö. W. bewilligt.

Im Laufe des Monates November 1885 führte ich die beabsichtigten Untersuchungen im Vereine mit dem Herrn k. k. Oberlieutenant Edgar Rehm der astronomisch-geodätischen Abtheilung, dem ich für seine ausgiebige Mitwirkung bei diesem mühsamen und nicht gefahrlosen Unternehmen hiemit verbindlichst danke, nach denselben Methoden und mit denselben grösstentheils von mir selbst hergestellten Instrumenten aus, die im IV. und V. Bande dieser „Mittheilungen“ beschrieben sind.

Es war meine Absicht, den Unterschied der Schwere zwischen der Erdoberfläche und vier Stationen im Schachte zu ermitteln, um aus den successiven Unterschieden der Schwere das Gesetz ihrer Änderung ableiten zu können.

Am 3. November traf ich in Freiberg ein und fand bei dem Herrn Betriebsdirector von Himmelfahrt-Fundgrube Robert Hoffmann die liebenswürdigste und freundlichste Aufnahme. Nachdem ich in den Schacht eingefahren war, gab ich ihm meine Wünsche bezüglich der Herrichtung der Observatorien bekannt. Es waren nothwendig fünf feste Pfeiler für die Instrumente, versperrbare Observatorien mit isolirten Fussböden und mancherlei Vorkehrungen zum Placiren der Apparate etc. Diese Arbeiten waren binnen wenigen Tagen in bester Qualität hergestellt, und ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich hier für die ganz ausserordentliche Unterstützung, die mir über Beschluss des Grubenvorstandes bei diesen Untersuchungen in jeder Hinsicht zutheil wurde, öffentlich den Dank ausspreche. Dergleichen bin ich dem Herrn Professor an der Freiburger Bergakademie Dr. M. Schmid, durch dessen Güte ich den beiliegenden Plan der Umgebung des Abrahamschachtes mit den genauen saigern Teufen der Stationen erhielt, zu grossem Danke verpflichtet.

Es ist gelungen, auf der IV. und XI. Gezeugstrecke sowie ober Tage jene Orte wiederzufinden, wo 1871 die Beobachtungen ausgeführt wurden. Ausser diesen Stationen wurden noch geeignete Orte in der VIII. Gezeugstrecke und in dem sogenannten Thurmhofer Hilfsstollen ausgewählt, so dass die Tiefe des Schachtes durch die unterirdischen Stationen in 4 Theile getheilt ist. Der Thurmhofer Hilfsstollen ist nur 97 *m* unter Tage, er liegt demnach etwas höher als im ersten Viertel des Schachtes. Er wurde aus dem Grunde ausgewählt, weil er nahezu die gleiche Tiefe wie das $1\frac{1}{2}$ *km* östlich des Schachtes von N gegen S laufende Muldenthal hat

und es war beabsichtigt, am Schlusse der Untersuchungen auch den Unterschied der Schwere zwischen diesem Stollen und einer Station im Muldenthale zu ermitteln. Die Ausführung dieser Arbeit musste jedoch aufgegeben werden, da die durch die Grubenluft stark angegriffene Telegraphenleitung bereits den Dienst versagte.

1. Beschreibung der Observatorien.

Die zu den Beobachtungen ausgewählten Localitäten waren folgende (siehe Plan, Beilage VII):

1. Das Observatorium „Oben“ oder „Ober Tage“ auf der Halde. Hiezu wurde so wie im Jahre 1871 ein etwa 108 *m* OSO vom Schachte entfernt auf der Halde einzeln stehendes Gebäude, das sogenannte Zünderhaus, verwendet. Während der eine Theil desselben als Tischlerwerkstätte dient, wurde der nordwestliche Theil desselben, der als Feuerlöschrequisiten-Magazin verwendet wird, zu einem Observatorium hergerichtet.

In der SO Ecke wurde ein Ziegelpfeiler mit Cementmörtel erbaut und von dem Steinpflaster dieses Raumes isolirt. Der Pfeiler hat 60 *cm* im Quadrate und ist 1 *m* hoch. Seine obere Fläche liegt 431·93 *m* über dem Meere und hatte die Schwingungsebene des Pendels ein Azimut von 130° von N über O gezählt.

In diesem Raume waren auch die Pendeluhr von Tiede, ferner die elektrischen Batterien und Apparate aufgestellt.

2. Das zweite Observatorium befand sich im sogenannten Thurmhofer Hilfsstollen, 35 *m* nördlich und 120 *m* westlich des Observatoriums „Ober Tage“ oder des Zünderhauses und etwa 20 *m* NW des Schachtes, der bis hieher saiger, von hier an aber unter einem Winkel von etwa 78° abgeteuft ist. Zur Vermeidung des Luftzuges wurde ein Theil dieses Stollens durch Bretterwände abgeschlossen und ein Pfeiler von gleicher Beschaffenheit und gleichen Dimensionen wie oben an die nördliche Wand angebaut. Seine obere Fläche liegt 334·51 *m* ober dem Meere und hatte die Schwingungsebene des Pendels ein Azimut = 135° von N über O gezählt.

3. In der IV. Gezeugstrecke, 65 *m* westlich und 50 *m* nördlich des Zünderhauses, sowie etwa 40 *m* nördlich des Füllortes beim Schachte befand sich das dritte Observatorium, wie schon erwähnt, an derselben Stelle, wo früher die Beobachtungen ausgeführt worden sind. Der Pfeiler war an die Ostwand des Stollens angebaut und

ist seine obere Fläche 174·89 *m* ober dem Meere. Die Schwingungsebene des Pendels hatte ein Azimut von etwa 20° von N über O gezählt. Sowohl hier als auch in der früheren Station war es vollkommen ruhig, da derzeit in dieser und in den oberen Strecken nicht gearbeitet wurde, und die Tonnenbeförderung sowie Pumpenbewegung im Schachte bei der Langsamkeit des sie treibenden Wasserrades kaum vernehmbar ist.

4. Die nächste Station auf der VIII. Gezeugstrecke befand sich in einer Abzweigung des nach dem Thurmhofer Schachte führenden Hauptstollens, etwa 70 *m* südlich und 95 *m* westlich des Zünderhauses und 80 *m* SW des Füllortes beim Schachte. Der Pfeiler war an der Südwand des Stollens angebaut und ist seine obere Fläche 17·73 *m* über dem Meere. Das Azimut der Schwingungsebene des Pendels war 130° von N über O gezählt. Die Temperatur in diesem Raume betrug etwa 15° R., und war es auf dieser Strecke stets belebt, da in der Nähe die Erze nach den verschiedenen Schachten mittelst Pferden verführt werden.

5. Die letzte Station auf der XI. Gezeugstrecke war wieder genau an derselben Stelle, wo 1871 die Beobachtungen ausgeführt worden sind; sie liegt ganz nahe dem Füllorte des Schachtes, kaum 10 *m* östlich desselben in einem Stollen; in Bezug auf das Zünderhaus liegt sie 25 *m* südlich und 10 *m* östlich. Die obere Fläche des an die nördliche Stollenwand angebauten Pfeilers liegt 102·15 *m* unter dem Meeresspiegel und war in diesem Raume eine Temperatur von etwa 19° R.

Der Aufenthalt daselbst war wegen der hohen Temperatur, mehr aber noch wegen des grossen Dunstes, der von hier nur wenig Abzug hat, kein angenehmer, auch war es hier stets sehr unruhig, da in dieser Strecke, sowie in der darunter neueröffneten XI¹/₂. Strecke sehr viel gearbeitet wird. Doch hat selbstverständlich der allgemeine Lärm, der durch die ein- und ausfahrenden Bergleute, sowie durch die Manipulation am Füllorte hervorgebracht wird, keinen Einfluss auf die Ruhe und Festigkeit des Pfeilers. Die Schwingungsebene des Pendels hatte ein Azimut = 120° von N über O gezählt.

In der nachstehenden Tabelle ist die gegenseitige Lage der Observatorien in Bezug auf die Station „Ober Tage“ im Zünderhause übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle I.
Situation der Observatorien.

N a m e der S t a t i o n	Seehöhe in Metern	Azimet der Schwin- gungsebene von Nord über Ost	Entfernung der Stationen von der Station „OberTage“ im Zünder- hause in Metern		Entfernung der Stationen vom Schachte in Metern
Ober Tage	431·93	130°	—	—	108 OSO
Stollen	134·51	135°	35 nördlich	120 westlich	20 NW
IV. Gezeugstrecke	174·89	20°	50 „	65 „	40 N
VIII. „	17·73	130	70 südlich	95 „	80 SW
XI. „	— 102·15	120	25 „	10 „	10 O

Sämmtliche Observatorien wurden unter einander am 11. November telegraphisch verbunden. Hiezu wurden etwa 1000 *m* Wachsdraht mit 1·2 *mm* dickem Kupferdrahte verwendet und reichte ein Strom von 12 Meidinger-Elementen vollkommen aus.

2. Bestimmung der Temperatur-Coëfficienten.

Kurz vor meiner Abreise nach Freiberg wurden die Temperatur-Coëfficienten der Pendel neuerdings nach der schon öfters angewendeten Methode ermittelt. Die Beobachtungen wurden in dem für ähnliche Zwecke hergerichteten Keller des militär geographischen Institutes mit Benützung einer Telegraphenleitung von der Institutssternwarte ausgeführt, so dass die Uhren und Apparate von der Hauptuhr der Sternwarte in Bewegung gesetzt wurden. Aus dem bekannten Gange der letzteren ergab sich zur Verwandlung der beobachteten Schwingungsdauer in mittlere Zeit der Verwandlungslogarithmus

$$9\cdot9988135 - 10$$

Beide Pendel wurden vollkommen gleichzeitig beobachtet und die Dauer einer Schwingung aus der achtmaligen Bestimmung der Dauer von 22 Coincidenzen abgeleitet.

Befreien wir die gefundenen Schwingungszeiten von dem Einflusse der Amplitude und des Luftdruckes, so erhalten wir die nachfolgenden Resultate der Beobachtungen, welche ausser von unvermeidlichen Fehlern des Uhranges etc. nur von der Temperatur beeinflusst erscheinen.

Tabelle II.

Nummer	Datum		Dauer einer Coincidenz nach Uhrzeit	Amplitude in Bogen-Minuten	Luftdruck reducirt auf 0°	Temperatur R.	Dauer einer Schwingung in mittlerer Zeit	Correction wegen		Schwingsungszeit ohne Berücksichtigung der Temperatur und des Uhganges
	October 1885	Tageszeit						Amplitude	Luftdruck	
P e n d e l I										
1	19.	Nm.	198·46	25·6	744·4	11·74	0·5011612	17	802	0·5010793
2	20.	Nm.	193·38	22·0	733·9	24·00	2278	14	752	1512
3	21.	Nm.	197·13	30·5	743·0	14·68	1784	25	792	0967
P e n d e l II										
1	19.	Nm.	204·34	22·8	744·3	11·75	0·5010881	14	712	0·5010155
2	20.	Nm.	203·34	20·8	733·8	14·22	1002	12	693	0297
3	21	Nm.	197·61	21·0	743·0	26·65	1720	12	666	1042

Die von den Änderungen des Uhganges unbeeinflussten Unterschiede u der gleichzeitig ermittelten Schwingungszeiten beider Pendel geben uns die Temperatur-Coëfficienten ξ_I und ξ_{II} sowie den constanten Unterschied C der Schwingungszeiten beider Pendel bei 0° durch die Gleichung

$$u = C + T_I \xi_I - T_{II} \xi_{II}$$

wo T die beobachteten Temperaturen bezeichnet.

Die drei Beobachtungssätze liefern daher zur Bestimmung von C , ξ_I und ξ_{II} die Gleichungen:

$$C = 0\cdot0000638 - 11\cdot74 \xi_I + 11\cdot75 \xi_{II}$$

$$C = 0\cdot0001215 - 24\cdot00 \xi_I + 14\cdot22 \xi_{II}$$

$$C = -0\cdot0000075 - 14\cdot68 \xi_I + 26\cdot65 \xi_{II},$$

aus welchen sich in Einheiten der 7. Decimale ergeben:

$$\xi_I = 59\cdot04$$

$$\xi_{II} = 59\cdot48$$

$$C = 639$$

Es sind bis jetzt viermal die Temperatur-Coëfficienten der beiden Pendel ermittelt worden, nämlich:

$$\text{am 24. Jänner 1883} \quad \xi_I = 55\cdot118 \quad \xi_{II} = 51\cdot530$$

$$, \quad \text{5. November 1883} \quad \xi_I = 63\cdot823 \quad \xi_{II} = 59\cdot099$$

am 4. Mai	1884	$\xi_I = 57\cdot520$	$\xi_{II} = 55\cdot450$
„ 20. October	1885	$\xi_I = 59\cdot040$	$\xi_{II} = 59\cdot480$

und um die unvermeidliche Unsicherheit der einzelnen Bestimmungen möglichst unschädlich zu machen, erscheint es am zweckmässigsten, da auf alle Bestimmungen die gleiche Sorgfalt verwendet worden ist, aus allen vier Bestimmungen das Mittel als wahrscheinlichsten Wert anzunehmen, nämlich:

$$\xi_I = 58\cdot87$$

$$\xi_{II} = 56\cdot39$$

welche Werte zur Reduction der in Freiberg ausgeführten Beobachtungen verwendet wurden.

3. Beobachtungen.

Nachdem am 11. November der zweite Beobachter, Herr Oberlieutenant Rehm, in Freiberg eingetroffen war, wurden bis zum 13. alle Vorbereitungen für die Beobachtungen getroffen und am 14. mit diesen selbst begonnen. Am 13. V. M. wurden die Apparate für die unterirdischen Stationen sowie das Pendel II sammt Zugehör auf die XI. Gezeugstrecke hinabgelassen und diese Station eingerichtet, so dass alle Apparate bis zum 14., d. i. dem ersten Beobachtungstage, die Temperatur dieser Strecke vollkommen angenommen hatten. An diesem Tage wurde der erste Satz beobachtet: nämlich Pendel I oben, Pendel II auf der XI. Strecke.

Nach Beendigung desselben wurden die Pendel sammt zugehörigen Apparaten gewechselt, indem sie in Kisten verpackt mit der Fördertonne heruntergelassen, beziehungsweise hinaufgezogen und dann auf beiden Stationen aufgestellt wurden. Am nächsten Tage erfolgte zur selben Stunde die Beobachtung des zweiten Satzes. Nach Schluss desselben wurden die Apparate vollständig verpackt, jedoch nicht gewechselt, sondern wieder neu aufgestellt und nach einer Stunde der dritte Satz beobachtet; dann erst wurde die Verwechslung derselben, und zwar abermals mit Benützung der Tonne vorgenommen. Am dritten Tage wurde wieder zur selben Stunde der vierte Satz in der ersten Lage der Instrumente beobachtet und nach Vollendung desselben der Unterschied der Schwere zwischen „Oben“ und der unterirdischen Station als einmal gemessen betrachtet.

Obwohl diese Operation eigentlich als eine Doppelmessung angesehen werden könnte, unsomehr als zwischen dem zweiten

und dritten Satze principiell alle Apparate abgehoben und vollkommen neu aufgestellt wurden, um gegen zufällige, von der Aufstellung herrührende Fehler gesichert zu sein, so kann doch erst das Gesamtresultat aller vier Sätze als eine vollständige Bestimmung angesehen werden, da sich die Einflüsse der Temperatur, Feuchtigkeit etc. erst nach einer solchen Doppelmessung, wo jedes der beiden Pendel von oben hinunter und wieder herauf geschafft worden war, compensirt haben dürften.

Zur einmaligen Messung eines Schwereunterschiedes waren demnach drei Tage erforderlich. Nachdem auf diese Art nach zwölf Tagen die Unterschiede der Schwere zwischen „Oben“ und den vier unterirdischen Stationen einmal gemessen waren, wurde eine Wiederholung der Messungen vorgenommen, die jedoch leider nur auf zwei Stationen, der IV. und VIII. Strecke, vollkommen durchgeführt werden konnte, indem während der Beobachtungen auf der dritten Station, der XI. Strecke, die Telegraphenleitung bereits den Dienst versagte, da der Draht von den ätzenden Grubengasen stellenweise ganz zerfressen war.

Auch die beabsichtigten Messungen der Schwereunterschiede zwischen je zwei unterirdischen Stationen, die sehr wertvolle Controllen (Bedingungsgleichungen) zur Ermittlung der wahrscheinlichsten Werte derselben geliefert hätten, mussten aus diesem Grunde, sowie wegen der Schwerfälligkeit des Verkehres im Schachte aufgegeben werden.

Das Ein- und Ausfahren im Schachte war sehr ermüdend, da die obersten 100 *m* bei grosser Nässe auf Fahrten, der übrige Theil auf der Fahrkunst zurückgelegt werden musste.

Die Personenbeförderung mit der Tonne war wegen der schweren Regulirung der Wasserräder mit den Schleusen und Bremsen, die sich etwa 50 *m* unter Tage befinden, sowie wegen Mangels jeglicher Sicherheitsvorkehrungen als zu gefährlich ausgeschlossen. Öfters wurde zum Ein- und Ausfahren der südlich gelegene Thurmhofer Schacht benützt, wo die Tonnenförderung mit Dampftrieb eingerichtet ist, doch sind die Verbindungsstollen beider Schachte nicht in allen Horizonten durchschlägig oder fahrbar, so dass auch dieser Weg sehr ermüdend und zeitraubend war.

Die Beobachtungen haben am 14. November begonnen und fanden, wie schon erwähnt, am 3. December durch die Zerstörung der Telegraphenleitung ihren Abschluss. Sie umfassen demnach einen

Zeitraum von 20 Tagen. Die Normaluhr von Tiede war im Observatorium „Oben“ im Zünderhause placirt und setzte dieselbe ununterbrochen mittelst eines ganz schwachen Stromes von nur einem Elemente ein geeignet construirtes Relais in Bewegung, durch welches nach Bedarf mittelst Stöpselung die Ströme nach den verschiedenen Stationen geschlossen wurden.

Die Zeitbestimmungen geschahen durch Messung von Sonnenhöhen mittelst eines vorzüglichen Reflexionskreises, den mir mein Bruder, der k. k. Oberst und Generalstabschef des IV. Corps Heinrich Daublebsky von Sterneck, der das Unternehmen auch noch anderweitig vielfach unterstützte, gütigst zu diesem Zwecke überliess. Es sei mir hier gestattet, auch ihm hiefür meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Diese Zeitbestimmungen ergaben einen mittleren täglichen Gang der Pendeluhr von 1.33 Secunden zu langsam gegen Sternzeit, so dass zur Verwandlung der nach der Normaluhr von Tiede gemessenen Zeitintervalle in mittlere Zeit der Verwandlungslogarithmus

$$9.9988191 - 10$$

für die ganze Zeit der Beobachtungen verwendet wurde.

Nach vollendeter Aufstellung der Apparate wurde dem Pendel der Impuls gegeben und hierauf der Apparat mit dem Glassturze überdeckt. Nach Verlauf von einer Stunde begannen die Beobachtungen. Es wurden drei Gruppen zu 8 Coincidenzen von etwa 100 Secunden Dauer in Intervallen von 12 Coincidenzen beobachtet, so dass die erste Coincidenz der einen Gruppe von der ersten Coincidenz der nächsten Gruppe um 12 Coincidenzen entfernt war; hiedurch erscheint die Dauer von 12 Coincidenzen durch je zwei Gruppen achtmal gemessen, und liefert jede Beobachtung zwei solche Bestimmungen, da die mittlere Gruppe gleichzeitig als Schluss der ersten und Anfang der zweiten Bestimmung betrachtet wurde.

Am Anfange und Ende jeder Gruppe wurden die Amplitude und die Thermometer abgelesen, wie aus nachfolgender Wiedergabe eines Theiles des Originalmanuales zu ersehen ist.

Tabelle III.

Aneroid Nr. 1305								
Datum: 24. Nov. ☉		Station: VIII Gez. Strecke		Anfang: $760^m \cdot 9 \ 20^{\circ} 0'$				
Zeit: $4^h \ 33^m$ N. M.		Pendel: II		Ende: $760^m \cdot 5 \ 20^{\circ} 0'$				
Nr. der Coincidenz	beobachtete Coincidenzen	Amplitude in Scalentheilen		Thermometer Réaumur		beobachtete Dauer von 12 Coincidenzen	Resultate	
				oben	unten			
1	$6^h \ 21^m \ 15$	6·4	7·5	15·3	15·2	$20^m \ 53^s \cdot 5$	Dauer einer Coincidenz $104 \cdot 46$ Amplitude $6^{\prime} 2 = 18 \cdot 6$ Temperat. $15^{\circ} 29 = 15^{\circ} 10$ Luftdruck bei $0^{\circ} = 756 \cdot 9$	
2	23 1					54		
3	24 43					54		
4	26 31					53		
5	28 13					53		
6	29 59·5					53·5		
7	31 41					54		
8	33 28·5	5·8	7·0	15·4	15·2	54		
						$20^m \ 53^s \cdot 50$		
13	$6^h \ 42^m \ 8 \cdot 5$	5·3	6·4	15·4	15·2	$20^m \ 54^s \cdot 5$	Dauer einer Coincidenz $104 \cdot 50$ Amplitude $5^{\prime} 3 = 15 \cdot 9$ Temperat. $15^{\circ} 30 = 15^{\circ} 11$ Luftdruck bei $0^{\circ} = 756 \cdot 9$	
14	43 55					54		
15	45 37					54		
16	47 24					54		
17	49 6					54		
18	50 53					54		
19	52 35					54		
20	54 22·5	4·9	6·0	15·4	15·2	54·5		
						$20^m \ 54^s \cdot 01$		
25	$7^h \ 3^m \ 3$	4·9	5·6	15·4	15·2			
26	4 49							
27	6 31							
28	8 18							
29	10 0							
30	11 47							
31	13 29							
32	15 17	4·0	5·2	15·4	15·2			

Die Reduction der Beobachtungen sowie die Correctionen wegen Amplitude, Luftdruck und Temperatur sind genau so vorgenommen worden wie bei den früheren Stationen, die im II. bis V. Bande dieser „Mittheilungen“ enthalten sind. Für die Temperaturcorrection wurden die eingangs ermittelten Coefficienten angewendet.

In der nun folgenden Tabelle sind die Beobachtungen übersichtlich zusammengestellt. Herr Oberlieutenant Rehm beobachtete stets mit Pendel I, ich mit II. Die Stationen sind mit O. St. IV., VIII., XI. für „Ober Tage“, Stollen (Thurmhofer Hilfsstollen), IV., VIII. und XI. Gezeugstrecke bezeichnet.

Tabelle IV.

November 1885	Pendel	Station	Beobachtete					Correction wegen			Schwingungsdauer ohne Berücksichtigung der Änderungen des Ubrganges
			Dauer einer Coincidenz nach Uhrzeit	Amplitude in Bogengeminuten	Luftdruck, reducirt auf 0°	Temperatur R°	Dauer einer Pendelschwingung in mittlerer Zeit	Amplitude	Luftdruck	Temperatur	
								in Einheiten der 7. Decimale			
14	I	O	103·00	22·5	716·8	6·12	0·5010747	13	793	361	0·5009580
			103·00	19·2	716·8	6·12	747	10	793	361	9583
	II	XI	103·45	17·2	764·7	18·69	0·5010642	8	707	1054	8873
			103·63	14·2	764·7	18·69	599	5	707	1054	8833
15	I	XI	100·73	21·4	766·7	18·91	0·5011299	12	804	1114	9369
			100·74	17·4	766·7	18·94	295	10	804	1116	9365
	II	O	106·10	21·6	718·1	4·61	0·5010034	13	707	260	9054
			106·11	18·6	718·1	4·53	032	10	707	256	9059
15	II	O	106·10	19·8	720·1	4·20	0·5010034	11	711	237	9075
			106·14	17·1	720·1	4·12	025	8	711	232	9074
	I	XI	100·83	29·1	768·9	18·94	0·5011275	22	804	1116	9333
			100·85	24·8	768·9	18·94	269	16	804	1116	9333
16	II	XI	103·28	25·8	782·0	19·24	0·5010682	18	723	1085	8856
			103·33	14·7	782·3	19·24	670	6	723	1085	8856
	I	O	103·97	22·2	733·0	3·05	0·5010520	13	822	180	9505
			104·16	18·6	733·0	3·05	476	10	822	180	9464
17	I	O	103·93	18·6	733·8	3·08	0·5010529	10	823	181	0·5009515
			103·98	15·3	733·8	3·10	517	6	823	183	9505
	II	VIII	104·05	13·6	779·8	15·52	10501	5	732	875	8889
			104·03	11·9	779·8	15·49	506	4	732	874	8896
18	I	VIII	101·35	16·5	762·9	15·46	11146	8	810	911	9417
			101·48	13·9	762·9	15·48	114	5	810	912	9387
	II	O	106·45	18·6	725·6	2·90	09955	10	720	164	9061
			106·50	16·2	725·6	2·90	944	7	720	164	9053
18	II	O	106·35	17·4	725·4	3·04	09977	8	720	172	9077
			106·38	15·0	725·4	3·05	969	6	720	172	9071
	I	VIII	101·33	15·7	762·4	15·57	11150	7	810	917	9416
			101·43	13·1	762·4	15·57	125	4	810	917	9394
19	II	VIII	104·28	21·3	760·8	15·52	10447	12	714	875	8846
			104·29	18·3	760·8	15·50	446	9	714	874	8849
	I	O	104·35	19·5	723·1	2·29	10432	11	811	135	9475
			104·48	16·5	723·1	2·73	402	8	811	161	9422
20	I	O	104·39	16·8	726·9	2·12	0·5010413	8	818	125	0·5009462
			104·42	14·1	726·9	2·16	416	5	818	127	9466
	II	IV	104·34	18·3	750·2	13·75	10433	9	711	776	8937
			104·36	15·9	750·2	13·72	429	7	711	774	8937

November 1885	Pendel	Station	Beobachtete					Correction wegen			Schwingungsdauer ohne Berücksichtigung der Änderungen des Uhr-ganges
			Dauer einer Coincidenz nach Uhrzeit	Amplitude in Bogenninuten	Luftdruck, reducirt auf 0°	Temperatur R°	Dauer einer Pendelschwingung in mittlerer Zeit	Amplitude	Luftdruck	Temperatur	
								in Einheiten der 7. Decimale			
21	I	IV	104·35	16·8	741·9	13·96	0 5011146	8 792	822	0·5009524	
			104·34	14·7	741·9	13·91	148	6 792	819	9531	
	II	O	106·70	21·9	718·9	2·58	09900	12 714	146	9028	
			106·71	15·6	718·9	2·60	898	7 714	147	9030	
	II	O	106·66	17·7	718·0	2·65	09909	9 713	149	9038	
			106·67	15·3	718·0	2·65	907	6 713	149	9039	
	I	IV	101·37	18·6	740·9	13·93	11140	10 791	821	9518	
			101·46	15·3	740·9	13·91	120	6 791	819	9504	
22	II	IV	104·38	18·6	732·2	13·81	10425	10 693	779	8943	
			104·37	16·5	732·7	13·77	428	8 693	777	8950	
	I	O	103·34	12·9	709·8	2·96	10668	4 796	174	9694	
			103·47	10·8	709·8	2·98	636	3 796	176	9661	
23	I	O	102·97	15·9	708·7	3·54	0 5010755	7 794	209	0·5009745	
			102·96	13·5	708·7	3·60	761	5 794	212	9750	
	II	St	105·19	17·1	717·9	9·78	10239	8 691	554	8986	
			105·24	14·8	717·9	9·67	226	6 691	545	8984	
24	I	St	101·56	15·0	723·5	9·92	11094	6 786	584	9718	
			101·58	12·9	723·5	9·92	090	4 786	584	9716	
	II	O	106·46	18·0	714·5	3·89	09954	9 705	219	9021	
			106·52	15·6	714·5	3·94	940	7 705	221	9007	
24	II	O	106·39	17·4	715·3	4·21	09969	8 705	236	9018	
			106·50	15·0	715·3	4·21	944	6 705	238	8995	
	I	St	101·50	16·2	724·3	9·92	11108	7 787	584	9730	
			101·55	13·5	724·3	9·92	097	5 787	584	9721	
25	II	St	105·19	19·8	724·3	9·79	10239	11 699	552	8977	
			105·19	17·1	724·3	9·74	239	8 699	549	8983	
	I	O	102·96	18·0	715·4	3·82	10758	9 798	225	9726	
			102·98	15·3	715·4	3·88	753	6 798	229	9720	
26	I	O	103·19	17·1	714·1	4·10	0 5010703	8 793	242	0·5009660	
			103·20	12·9	714·1	4·10	701	4 793	242	9662	
	II	IV	104·39	19·5	737·0	13·80	10423	11 697	780	8935	
			104·46	16·8	737·0	13·72	407	8 697	776	8926	
27	I	IV	100·66	15·6	740·6	13·91	11316	7 791	819	9699	
			100·68	13·5	740·6	13·91	311	5 791	819	9696	
	II	O	105·83	16·8	717·4	6·32	10094	8 702	356	9028	
			105·88	14·7	717·4	6·34	(83)	6 702	358	9017	

Novemb. Decemb. 1885		Pendel	Station	Beobachtete						Correction wegen			Schwingungsdauer ohne Berücksichtigung der Änderungen des Uhr-ganges
Dauer einer Coincidenz nach Uhrzeit	Amplitude in Bogensekunden			Luftdruck, reducirt auf 0°	Temperatur R°	Dauer einer Pendelschwingung in mittlerer Zeit	Amplitude	Luftdruck	Temperatur				
							in Einheiten der 7. Decimale						
27	II	O	105·82	18·0	718·0	6·55	0·5010097	9 701	369	0·5009018			
			105·88	15·6	718·0	6·55	083	7 701	369		9006		
	I	IV	100·64	17·1	711·3	13·94	11321	8 792	821	9700			
			100·72	15·0	741·3	13·91	301	6 792	819	9684			
28	II	IV	104·95	19·2	740·8	13·68	10293	10 702	772	8809			
			105·00	16·2	740·8	13·67	282	7 702	771	8802			
	I	O	102·37	17·7	718·0	5·45	10899	9 793	321	9776			
			102·36	15·0	718·0	5·46	902	6 793	322	9781			
29	I	O	102·65	16·8	719·7	5·44	0·5010823	8 798	321	0·5009696			
			102·71	14·4	719·7	5·48	818	5 798	323	9692			
	II	VIII	104·46	18·6	756·9	15·10	10407	10 712	852	8833			
			104·50	15·9	756·9	15·11	397	7 712	852	8826			
30	I	VIII	100·78	16·2	753·0	15·34	11287	7 801	904	9575			
			100·81	13·8	753·0	15·35	279	5 801	904	9569			
	II	O	105·44	21·3	716·4	8·51	10183	12 694	480	8997			
			105·49	17·4	716·4	8·53	171	8 694	481	8988			
30	II	O	105·42	17·1	716·0	8·74	10187	8 692	493	8994			
			105·46	14·7	716·0	8·74	178	6 692	493	8987			
	I	VIII	100·78	16·2	753·0	15·34	11287	7 801	904	9575			
			100·81	13·8	753·0	15·35	279	5 801	904	9569			
1	II	VIII	104·77	23·1	761·6	15·10	10335	14 717	852	8752			
			104·84	19·8	761·6	15·09	319	11 717	851	8740			
	I	O	102·84	14·4	723·1	5·89	10786	5 800	347	9634			
			102·86	11·7	723·1	5·92	782	4 800	349	9629			
2	I	O	102·95	16·5	728·0	4·98	0·5010760	7 809	293	0·5009651			
			102·99	13·8	728·0	5·00	750	5 809	295	9641			
	II	XI	104·02	18·6	777·3	18·59	10508	9 721	1049	8729			
			104·13	16·2	777·3	18·59	483	8 721	1049	8705			
3	I	XI	Leitung unterbrochen, kein Strom										
	II	O	106·46	19·2	726·4	4·21	09954	10 716	238	8990			
			106·49	16·5	726·4	4·20	947	8 716	237	8986			

Wir sehen aus dieser Tabelle eine immerhin befriedigende Übereinstimmung der einzelnen Resultate, wenn auch zugegeben werden muss, dass sie nicht so vollkommen ist, wie bei den früheren in derselben Weise ausgeführten Untersuchungen. Eine möglicherweise störende Ursache dürfte die in dem Schachte befindliche, mit Säure, Gasen und Dämpfen geschwängerte Atmosphäre sein, in der sich die Pendel während der Beobachtungen tagelang befanden, und die gewiss nicht ohne Einfluss auf die Form der Pendel, namentlich der Stahlschneiden ist. Bei Pendel I macht sich dieser schädliche Einfluss bei den Beobachtungen auf der IV. Strecke, und zwar „Ober Tage“ am 20. und 22. November recht bemerkbar.

Um uns ein Bild von der Übereinstimmung der Beobachtungen zu verschaffen, stellen wir uns in nachfolgender Tabelle alle über Tage und auf den unterirdischen Stationen erhaltenen Resultate, die abgesehen von den Veränderungen des Uhganges gleich sein sollten, zusammen, wobei wir die aus den unmittelbar aufeinanderfolgenden zwei Beobachtungssätzen sich ergebenden Resultate, die stets nur wenige Einheiten der 7. Decimale differiren, zu einem Mittel vereinigen wollen.

Tabelle V.

Übersichtliche Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse.

November December	P e n d e l I I					P e n d e l I				
	Oben	XI	VIII	IV	Stollen	Oben	XI	VIII	IV	Stollen
	0·500					0·500				
14		8853				9582				
15	9037						9367			
15	9075						9333			
16		8856				9485				
17			8893			9510				
18	9057							9402		
18	9074							9405		
19			8848			9449				
20				8937		9464				
21	9029								9528	
21	9039								9511	
22				8947		9678				

November December	Pendel II					Pendel I				
	Oben	XI	VIII	IV	Stollen	Oben	XI	VIII	IV	Stollen
	0·500					0·500				
23					8985	9748				
24	9014									9717
24	9007									9726
25	.				8980	9723				
26				8931		9661				
27	9023								9698	
27	9012								9692	
28				8806		9779				
29			8830			9694				
30	8993							9572		
30	8991							9572		
1			8746			9623				
2		8717				9646				
3	8988						—			
3	—						—			
4		—								

Wir sehen sofort, dass während bei Pendel II die Schwingungszeiten auf der Station „Ober Tage“ ganz allmählich abnehmen, bei Pendel I nicht unbedeutliche Änderungen oder Sprünge derselben vorkommen; namentlich am 20. und 22. November vor und nach der Beobachtung auf der IV. Strecke hat die Schwingungszeit dieses Pendels eine nahezu constant bleibende Veränderung erlitten, die sich auch auf die Resultate der unterirdischen Stationen überträgt. So naheliegend es nun auch wäre, die mit Pendel I gewonnenen Resultate ganz oder theilweise zu ignoriren, so wäre dies doch ein grosser Fehler und durchaus nicht gerechtfertigt, da einerseits auf die Beobachtungen gewiss stets die gleiche Sorgfalt verwendet wurde und andererseits die bei so subtilen Untersuchungen unumgänglich nothwendige Symmetrie der Anordnung gestört würde. Nur das Gesamtergebnis aller Beobachtungen einer Bestimmung ist frei von dem Einflusse der unvermeidlichen Änderungen des Uhranges und vieler anderer Fehlerquellen.

4. Ableitung der Resultate.

Um aus den gewonnenen Daten die Unterschiede der Schwere abzuleiten, bilden wir zunächst wieder die Schwingungszeiten der

sogenannten mittleren Pendel, indem wir die zu einer Bestimmung gehörigen Resultate beider Pendel auf derselben Station zu einem Mittel vereinigen. Durch diese Vereinigung befreien wir bekanntlich das Resultat vollkommen von den Unregelmässigkeiten des Uhr-ganges.

Wir erhalten so folgende Schwingungszeiten des mittleren Pendels und daraus die gesuchten Unterschiede der Schwingungsdauer.

Tabelle VI.
 Paarweise Vereinigung der Resultate.

Schwingungszeit s des mittleren Pendels					Unterschied der Schwingungszeiten Δs zwischen „Oben“ und			
„Oben“	XI	VIII	IV	Stollen	XI	VIII	IV	Stollen
0 500					in Einheiten der 7. Decimale			
9300	9102				198			
9273		9137				136		
9303			9231				72	
9374				9352				22
9369			9282				87	
9328		9180				148		
—	—				—			

Wie aus dieser Tabelle zu ersehen ist, zeigen die ausgeführten Controlmessungen eine ganz befriedigende Übereinstimmung der Unterschiede der Schwingungszeiten, da die beiden gefundenen Werte auf der IV. und VIII. Strecke nur um 12, beziehungsweise 15 Einheiten der 7. Decimale von einander abweichen.

Auch zeigt sich entschieden eine Zunahme der Schwere unter der Erdoberfläche, da diese Unterschiede mit der Tiefe stets grösser werden, beziehungsweise die Schwingungszeiten stets abnehmen. Es ist demnach hiedurch auch die im Jahre 1871 constatirte Abnahme der Schwere unter der Erde widerlegt. Setzen wir die Schwingungszeit auf der Station „Ober Tage“ gleich dem arithmetischen Mittel der daselbst gefundenen Werte und die Grösse der Schwere g_0 daselbst gleich der Einheit, so erhalten wir als Resultate der Beobachtungen nachfolgende Werte.

Tabelle VII.
Schlussresultate der Beobachtungen.

N a m e der S t a t i o n	Höhe über dem Meere	Dicke der Erd- schichte	Mittlere Temperatur Réaumur <i>T</i>	B e o b a c h t e t e		
				Schwin- gungszeit <i>s</i> des mittleren Pendels	Grösse der Schwere <i>g</i>	Länge des Secunden- pendels
Ober Tage . . .	431·93		variabel	0·5009325	1·0000000	994·0000
Stollen	334·51	97·42	9·83	303	88	88
IV. Gezeugstrecke	174·89	257·04	13·84	245	318	317
VIII. „	17·73	414·20	15·37	183	567	565
XI. „	— 102·15	534·08	18·95	127	793	788

Der Abrahamschacht befindet sich, wie aus der Beilage VII ersichtlich ist, auf einer sehr flachen niederen Kuppe, deren Oberfläche an dieser Stelle als ebenes Plateau angesehen werden kann. Auf derselben erscheint die etwa 10—12 *m* hohe Berghalde ebenfalls plateauartig aufgeschüttet, und nachdem die Beobachtungen „Ober Tage“ auf dieser Halde ausgeführt worden sind, so sollten strenge genommen diese Resultate für die weiteren Untersuchungen auf die Oberfläche des Plateaus reducirt werden. Um uns jedoch den im Jahre 1871 erhaltenen Resultaten vollkommen anzuschliessen, wo die Oberfläche der Halde als Erdoberfläche angesehen wurde, wollen wir von dieser keinesfalls einflussreichen Reduction absehen, desgleichen auch von den ganz unbedeutenden Correctionen wegen der nicht vollkommen gleichen Polhöhe der Stationen und der Verschiedenheit der Fliehkräfte, die zusammengenommen wohl kaum eine Einheit der siebenten Decimale betragen dürften. Selbstverständlich müssen wir auch den Einfluss der durch den Bergbau erzeugten Höhlungen vernachlässigen; auch er dürfte kaum von Bedeutung sein, da die noch nicht aufgeschlossenen specifisch schwereren Erzlager und die mit Bergen versetzten alten Verhaue diesen Einfluss grösstentheils aufheben dürften.

5. Verwertung der Resultate.

Nun wollen wir zunächst versuchen, aus den gefundenen Intensitäten der Schwere *g* nach der von Airy gegebenen Methode die mittlere Dichte *D* der ganzen Erde mittelst der Relation

$$\frac{\rho}{D} = \frac{2}{3} + \left(1 - \frac{g}{g_0}\right) \frac{r}{3h}$$

abzuleiten. ρ ist die Dichte der Erdschichte; nach den genauen Bestimmungen des verstorbenen Oberbergrathes Reich *) ist die Dichte

*) Bestimmung der Länge des Secundenpendels in Leipzig, Dresden und dem Abrahamschachte bei Freiberg in den Jahren 1869—1871 von Th. Albrecht, pag. 397 und 398.

der Gneisschichten, welche der Abrahamschacht durchfährt, in allen Tiefen vollkommen gleich, nämlich

$$\rho = 2.69;$$

setzen wir für h die Dicke der Erdschichten aus Tabelle VII und für r den Erdhalbmesser, so resultirt aus den Beobachtungen „Ober Tage“

und dem Stollen	$D = 5.66$
„ der IV. Gezeugstrecke	$D = 6.66$
„ „ VIII.	$D = 7.15$
„ „ XI.	$D = 7.60$

Wie wir sehen, stimmen diese Werte weder unter sich, noch mit der wahren Dichte der Erde, welche man etwa mit 5.6 annehmen kann, überein, sie erscheinen mit Ausnahme des ersten alle zu gross und mit der Tiefe zunehmend, so dass man versucht ist, im Abraham-schachte eine zu grosse Schwerezunahme zu vermuthen. Bevor wir jedoch daraus weitere Schlüsse ziehen, wollen wir versuchen, ob diese Erscheinung nicht ihres auffallenden Charakters entkleidet werden kann.

VI. Untersuchung der Resultate.

Bei den infolge der frühzeitig eingetretenen kalten Witterung entstandenen grossen Temperaturdifferenzen zwischen „Ober Tage“ und den unterirdischen Stationen sind es zunächst die grossen Correctionen wegen der Temperatur, die bei fehlerhafter Annahme der Temperatur-Coëfficienten der Pendel die Resultate zu entstellen imstande wären, und wir wollen daher untersuchen, ob eine Änderung derselben zulässig ist.

Zu diesem Zwecke berechnen wir jene Grössen g der Schwere, beziehungsweise jene Schwingungszeiten s des mittleren Pendels, die wir unter gleichen Umständen hätten finden müssen, damit aus ihnen die wahre mittlere Dichte $D = 5.6$ der Erde resultire, nach dem Ausdrücke

$$g = \left[1 - \left(\frac{\rho}{D} - \frac{2}{3} \right) \frac{3h}{R} \right] g_0$$

und wir finden, wenn wir wieder die Schwere g_0 „Ober Tage“ gleich der Einheit und die Schwingungszeit daselbst wie früher

$$s_0 = 0.5009325$$

annehmen, nachstehende Werte, welche mit den beobachteten verglichen, die in der letzten Rubrik der folgenden Tabelle enthaltenen Differenzen, nämlich Beobachtung weniger Rechnung, geben.

Tabelle VIII

Station	Berechnete		Beobachtete Schwingungszeiten nach Tabelle VII	Differenz Δs Beobachtung—Rechnung in Einheiten der 7. Decimale
	Schwere g	Schwingungszeiten		
Ober Tage	1·0000000	0·5009325	0·5009323	0
Stollen	085	305	303	— 2
IV. Gezeugstrecke	226	269	245	— 14
VIII. „	363	234	183	— 51
XI. „	469	207	127	— 80

Wir finden diese Differenzen in schöner Reihe mit der Tiefe zunehmend. Um zu erkennen, ob allenfalls zu gross angebrachte Temperaturcorrectionen diese grössere Schwerezunahme oder Abnahme der Schwingungszeiten bewirkten, wollen wir jene Temperatur-Coëfficienten suchen, welche diese Differenzen verschwinden oder wenigstens kleiner machen würden.

Nachdem der Einfluss der Temperaturcorrection auf das Resultat einer vollständigen Bestimmung von der Differenz der während derselben beobachteten Temperaturen abhängt, so bilden wir uns zunächst aus Tabelle IV das Mittel der Temperaturen, die während der sechs vollständigen Bestimmungen sowohl „Ober Tage“ als auch auf den betreffenden unterirdischen Stationen beobachtet wurden, und vergleichen ihre Differenzen mit den in der vorigen Tabelle enthaltenen Differenzen der beobachteten und berechneten Schwingungszeiten. Chronologisch geordnet erhalten wir

Tabelle IX.

Beobachtungssatz	Mittel der Temperaturen	Unterschied der Schwingungszeiten in Einheiten der 7. Decimale		Differenz Beobachtung—Rechnung	Differenz der Temperaturen	Corrigirter Unterschied der Schwingungszeit	Differenz Beobachtung—Rechnung
		beobachtet	berechnet				
1	Ob. Tage 4·47 XI. Str. 18·95	198	118	+80	14·48	147	+29
2	„ „ 2·98 VIII. „ 15·51	136	91	+45	12·62	92	+1
3	„ „ 2·95 IV. „ 13·85	72	66	+6	11·26	36	—30
4	„ „ 3·89 Stollen 9·83	22	20	+2	5·94	11	—9
5	„ „ 5·61 IV. Str. 13·83	87	66	+21	8·22	58	—8
6	„ „ 7·78 VIII. „ 15·22	148	91	+57	7·44	122	+31
			Mittel	+35·167	9·998		

Demnach hätten wir wegen $9\cdot998^\circ$ um $35\cdot167$ Einheiten der siebenten Decimale der Schwingungszeit zu viel corrigirt, daher für 1° um $3\cdot52$ Einheiten. Um diese Grösse müsste der Temperatur-Coëfficient des mittleren Pendels oder, was dasselbe ist, die in Rechnung genommenen Temperatur-Coëfficienten ξ_I und ξ_{II} der beiden Pendel verringert werden, sie müssten statt $58\cdot87$ und $56\cdot39$ lauten:

$$\xi_I = 55\cdot35$$

$$\xi_{II} = 52\cdot87.$$

Obzwar sich diese Werte den Bestimmungen vom 24. Januar 1883*) nähern und bei den relativ grossen Abweichungen der einzelnen Bestimmungen nicht als unmöglich angesehen werden können, so bestehen doch mancherlei Bedenken gegen ihre Wahrscheinlichkeit.

Zunächst stehen sie im Widerspruche mit den Bestimmungen der letzten drei Jahre.

Corrigiren wir ferner die beobachteten Unterschiede der Schwingungszeiten wegen dieser Änderung der Temperatur-Coëfficienten, so erhalten wir die in der letzten Rubrik der obigen Tabelle enthaltenen Werte, aus welchen wir ersehen, dass die frühere gute Übereinstimmung der aus den Controlmessungen auf der IV. und VIII. Strecke erhaltenen Werte gestört ist, da sie jetzt um 30 und 22 Einheiten differiren, während sie früher (siehe Tabelle VI) nur um 12 und 15 Einheiten von einander abgewichen sind.

Vereinigen wir schliesslich die in Tabelle IX für eine Station sich ergebenden Werte zu einem Mittel, so erhalten wir mit den geänderten Temperatur-Coëfficienten nachstehende Werte:

Tabelle X.

Station	Berechnete Schwingungszeit	Mit den geänderten Temperatur-Coëfficienten reducirte beobachtete Schwingungszeit	Differenz-Beobachtung—Rechnung in Einheiten der 7 Decimale
Ober Tage	0 5009325	0 5009325	0
Stollen	305	314	+ 9
IV. Strecke	269	278	+ 9
VIII. „	234	218	—16
XI. „	207	178	—29

*) Dieselben wurden noch vor den im Jahre 1884 an den Pendeln vorgenommenen Änderungen bestimmt. Im Jahre 1884 wurden an den Pendeln die Spiegel angebracht und Nr. I um $0\cdot33$ mm durch Unterlegen eines messingnen Ringes verlängert. Es ist immerhin denkbar, dass diese Veränderungen nicht ohne Einfluss auf die Temperatur-Coëfficienten waren.

und wir finden die sich jetzt mit den Rechnungsresultaten ergebenden Differenzen gegen jene in Tabelle VIII zwar kleiner, aber es zeigt sich doch auch jetzt eine etwas grössere Zunahme der Schwere, als die Rechnung ergeben hat. Auch ist die schöne Reihe der Differenzen in Tafel VIII gestört.

Wenn wir daher berücksichtigen, dass schon die blosse Verringerung der grösseren Schwerezunahme Widersprüche mit den wertvollsten Controlen der Resultate, nämlich der Übereinstimmung der vollkommen von einander unabhängig durchgeführten Wiederholung der Beobachtungen, sowie mit den Resultaten der directen Bestimmungen der Temperatur-Coëfficienten der letzten drei Jahre zur Folge hat, so dürfte wohl der Schluss, dass im Abrahamschachte die Schwere etwas mehr als normal mit der Tiefe zunehme, nicht ungerechtfertigt erscheinen.

VII. Schlussfolgerungen.

Bei Vergleichung der in Freiberg erhaltenen Resultate mit jenen vom Jahre 1883 im Adalbertschachte zu Příbram *) zeigt sich ein auffallender Zusammenhang der Schwerezunahme unter der Erde mit den beobachteten Temperaturzunahmen, indem gleichen Temperaturdifferenzen auch gleiche Unterschiede der Schwere ohne Rücksicht auf die Tiefe in beiden Schächten zukommen, so dass im Innern der Erde die Temperatur und Grösse der Schwere in einem gewissen Zusammenhange zu stehen scheinen, und wir daher aus der vorgefundenen Temperatur oder ihrer Zunahme ohne Rücksicht auf die Tiefe, auf die Grösse der Schwere schliessen können.

Wir wissen bis jetzt nichts Positives über die Ursache der Wärmezunahme unter der Erdoberfläche, aber mancherlei Anzeichen, wie z. B. die Wärme in den Tunnels, sprechen dafür, dass diese Zunahme gar nicht oder nur zum Theile von der Feuerflüssigkeit des Erdkernes herrühre **), dass vielmehr diese Wärme durch den Druck der obenliegenden Massen erzeugt wird. Es ist nun immerhin denkbar, dass unter Umständen an einem Orte, durch eine aus was immer für einer Ursache vergrösserte Schwere, dieser Druck ein grösserer wird, in Folge dessen wir auch eine grössere Wärmezunahme

*) Mittheilungen des k. k. militär-geographischen Institutes, III. Band 1883, Tafel VII.

**) Über die Wärme in den Tunnels. Von Baron Kuhn v. Kuhnenfeld, Feldzeugmeister in Graz. Österreichische meteorologische Zeitschrift, 1884, April-Heft.

mit der Tiefe daselbst vorfinden. Dies ist z. B. in Freiberg der Fall, wo sich bei einer grösseren Schwerezunahme als in Příbram auch eine grössere Wärmezunahme zeigt, indem in Freiberg bei 534 *m* Tiefe nahezu die gleiche Temperatur vorhanden ist, wie in Příbram bei 1000 *m* Tiefe.

Wir stellen uns in der folgenden Tabelle XI der Übersicht wegen die auf den beiden genannten Orten gefundenen Resultate zusammen, berücksichtigen aber die in den obersten Strecken erhaltenen Daten nicht, da dort zweifellos die Temperatur durch die Tagluft und mittlere Jahrestemperatur beeinflusst ist.

Bilden wir das Mittel der Temperatur- und Schwerezunahme aller sechs unterirdischen Stationen, so erhalten wir bei einer Temperatur von 16·60° R. die Schwere 1·0000624mal grösser als an der Oberfläche. Aus den Differenzen dieser Mittel mit den Beobachtungsdaten finden wir im Mittel für einen Grad Temperaturänderung eine Schwereänderung von 0·0000091, so dass verschiedenen Temperaturen nachstehende Werte für die Schwere entsprechen:

13° R.	1·0000296
14	387
15	478
16	569
17	660
18	751
19	842
20	933 etc.,

was so zu verstehen ist: wenn wir an einem Orte unter der Erdoberfläche eine Temperatur von z. B. 19° R. finden, so ist die Schwere an diesem Orte 1·0000842mal grösser als an der Erdoberfläche, ohne Rücksicht auf die Tiefe oder Seehöhe dieses Ortes, oder, mit anderen Worten, weil an diesem Orte die Schwere 1·0000842mal grösser ist als an der Oberfläche, so ist daselbst eine Temperatur von 19° R.

Durch Interpolation erhalten wir für die auf den sechs Stationen beobachteten Temperaturen die in der Rubrik „Berechnete Schwere“ enthaltenen Werte. Aus Vergleichung derselben mit dem Beobachteten ergeben sich die Differenzen Beobachtung—Rechnung, welche des leichteren Überblickes wegen auch in Einheiten der 7. Decimale der Schwingungszeit des mittleren Pendels angesetzt sind.

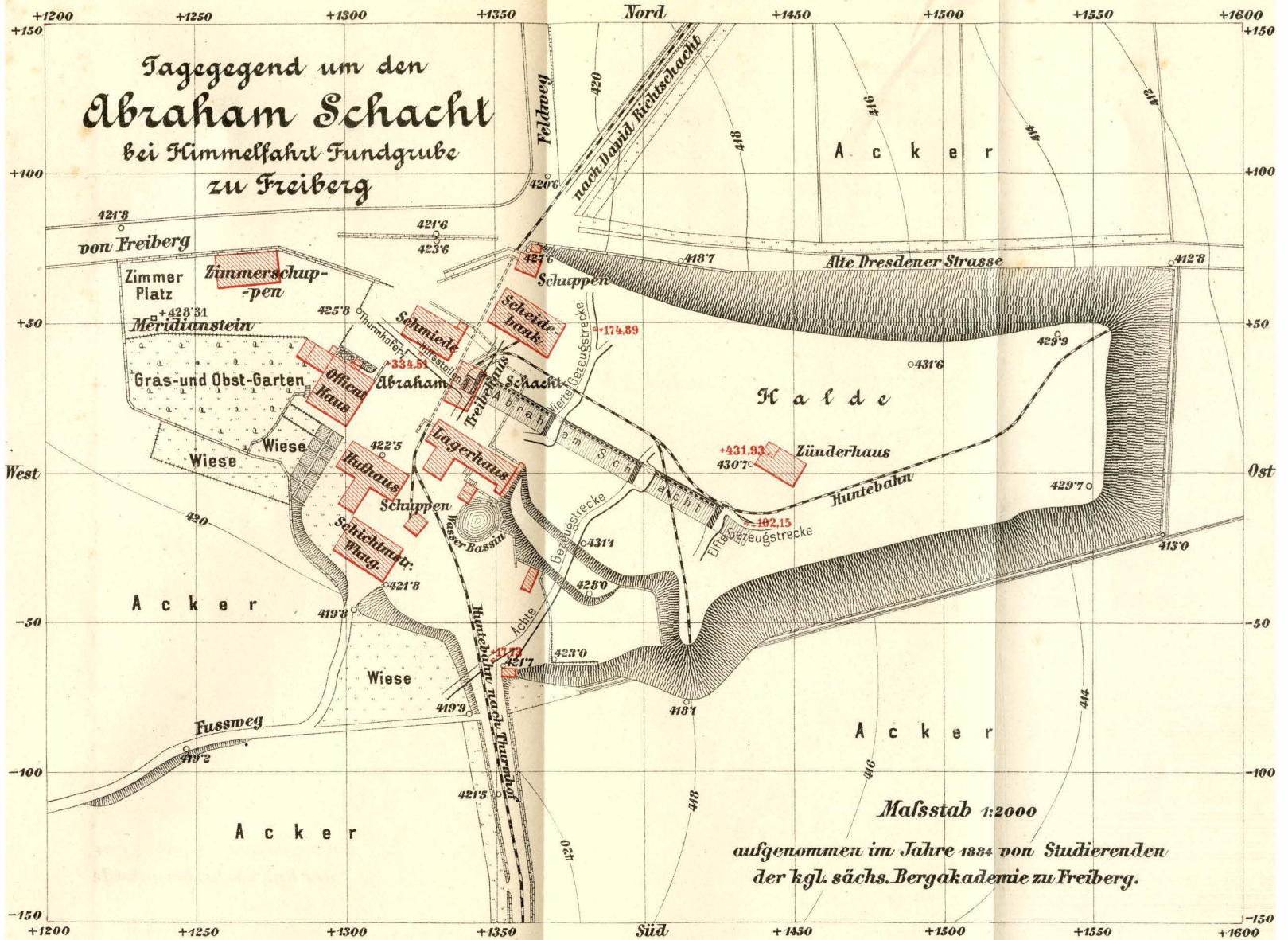
Tabelle XI.

Ermittlung der Schwere aus der beobachteten Temperatur.

Station	Seehöhe in Metern	Tiefe unter der Erdoberfläche	Temperatur R°	Beobachtete Schwere	Berechnete Schwere	Differenz Beobachtung—Rechnung in Einheiten der 7. Decimale	
						der Schwere	der Schwingungszeit d. mittleren Pendels
Adalbertschacht zu Pöbram 1883							
Ober Tage	509	—	—	1·0000000	—	—	—
20. Lauf	— 7	516	14·78	461	459	+ 2	+ 1
26. "	— 239	748	16·71	700	634	+ 66	+ 17
30. "	— 463	973	19·89	903	923	— 20	— 5
Abrahamschacht zu Freiberg 1885							
Ober Tage	432	—	—	1·0000000	—	—	—
IV. Gezeugstrecke	175	257	13·84	318	364	— 46	— 12
VIII. "	18	414	15·37	567	512	+ 55	+ 14
XI. "	— 102	534	18·95	793	838	— 45	— 11

Wie wir sehen, stimmen die auf diese Art berechneten Werte trotz der grossen Verschiedenheit der Tiefen und Seehöhen überraschend gut; wir finden die in der letzten Rubrik enthaltenen Differenzen der Schwingungszeiten viel kleiner als in den Tabellen VIII, IX und X, es erscheinen demnach durch diese Annahme die directen Beobachtungsergebnisse am besten dargestellt. Ja, wir hätten auf diese Art sogar *a priori*, ohne nach Freiberg zu gehen, aus den in der eingangs citirten Publication von 1871, pag. 375, angegebenen mittleren Temperaturen auf der IV. und XI. Gezeugstrecke die Zunahme der Schwere daselbst mit einem Genauigkeitsgrade angeben können, der jenem der thatsächlichen Beobachtungen zum mindesten gleich ist.

Mögen immerhin der Theorie derartige Schlüsse und Folgerungen vorderhand als Illusion erscheinen, das darf uns keineswegs abhalten, die den Beobachtungsergebnissen direct entnommenen Wahrnehmungen ungescheut auszusprechen; denn die Gesetze über das Verhalten der Schwere auf und in der Erde können dormalen trotz allen Scharfsinnes, den die Theorie aufzubieten imstande ist, noch lange nicht als erforscht und festgestellt betrachtet werden.



Tagegegend um den Abraham Schacht bei Himmelfahrt Fundgrube zu Freiberg

Masstab 1:2000
aufgenommen im Jahre 1884 von Studierenden
der kgl. sächs. Bergakademie zu Freiberg.

Die Coordinaten beziehen sich auf die Pfeilermitte der Plattform des Bergakademiegebäudes, die Höhenangaben auf den Spiegel der Ostsee bei Swinemünde.